



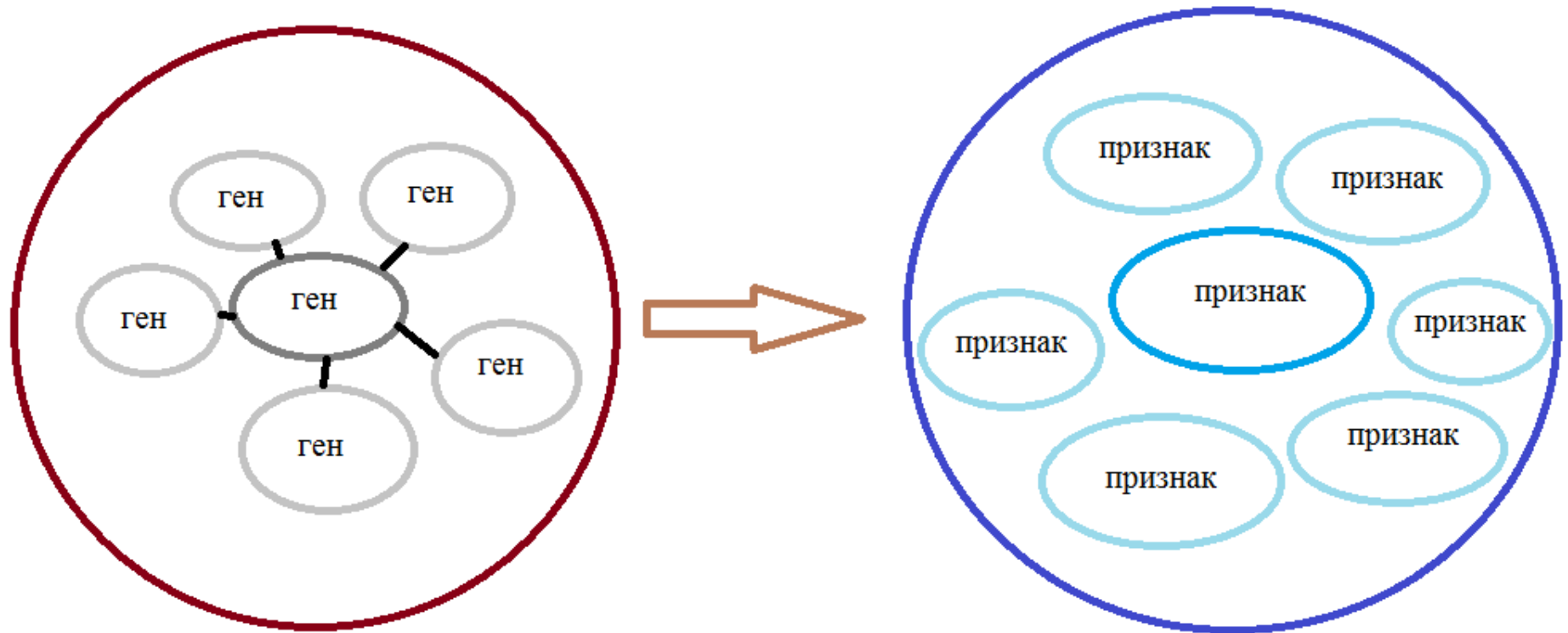
Приволжский исследовательский
медицинский университет

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АЛЛЕЛЬНЫХ И НЕАЛЛЕЛЬНЫХ ГЕНОВ

Калашников Илья Николаевич,
зав. кафедрой биологии ПИМУ



Явление, когда за один признак отвечает несколько генов, называется взаимодействием генов.





Взаимодействие генов

Аллельное взаимодействие

Неаллельное взаимодействие

это взаимодействие
между аллелями одного и
того же гена

это взаимодействие
между аллелями разных
генов


А а


Аа Вв



Аллельное взаимодействие

Полное доминирование

Неполное доминирование

Доминирование с летальным исходом

Сверхдоминирование

Множественный аллелизм

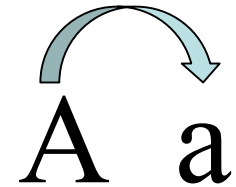
Кодоминирование

Градуальное действие гена

Плейотропия

Аллельное исключение

Межаллельная комплементация





Полное доминирование

P:

AA



aa



X

Aa



F1:

F2:



$\frac{1}{4} AA + \frac{1}{2} Aa + \frac{1}{4} aa$

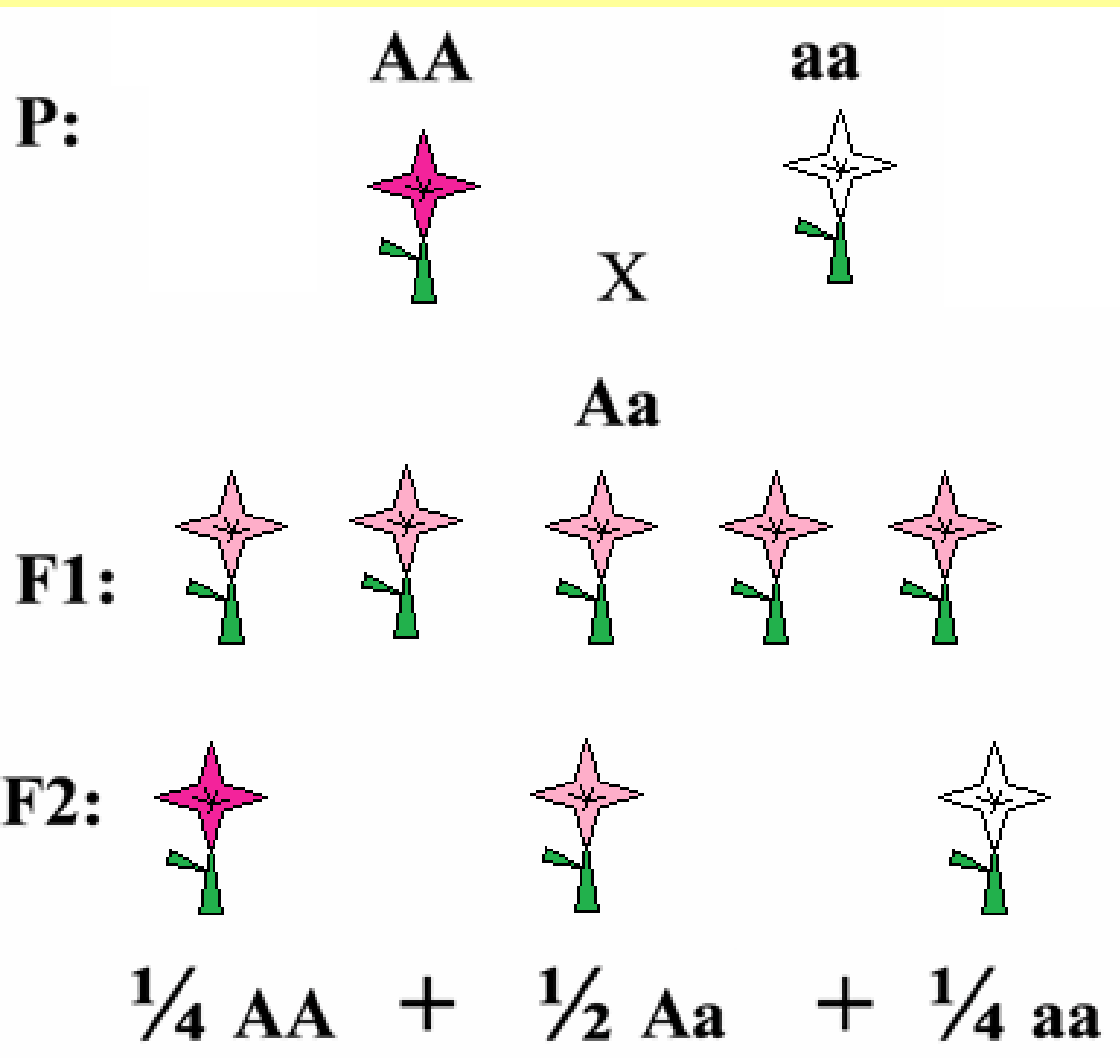
$= \frac{3}{4} A + \frac{1}{4} a$

— взаимодействие двух аллелей одного гена, когда доминантный аллель полностью исключает проявление действия рецессивного аллеля.

Расщепление по генотипу: 1:2:1
Расщепление по фенотипу: 3:1



Неполное доминирование



— взаимодействие, когда доминантный аллель в гетерозиготном состоянии не полностью подавляет действие рецессивного аллеля. Гетерозиготы имеют промежуточный характер признака.

Расщепление по генотипу: 1:2:1
Расщепление по фенотипу: 1:2:1



Доминирование с летальным исходом



— взаимодействие, когда носители летальных аллелей погибают из-за нарушений развития или заболеваний, связанных с работой данного гена

P: ♀ **Aa** × ♂ **Aa**
G: **A a** **A a**

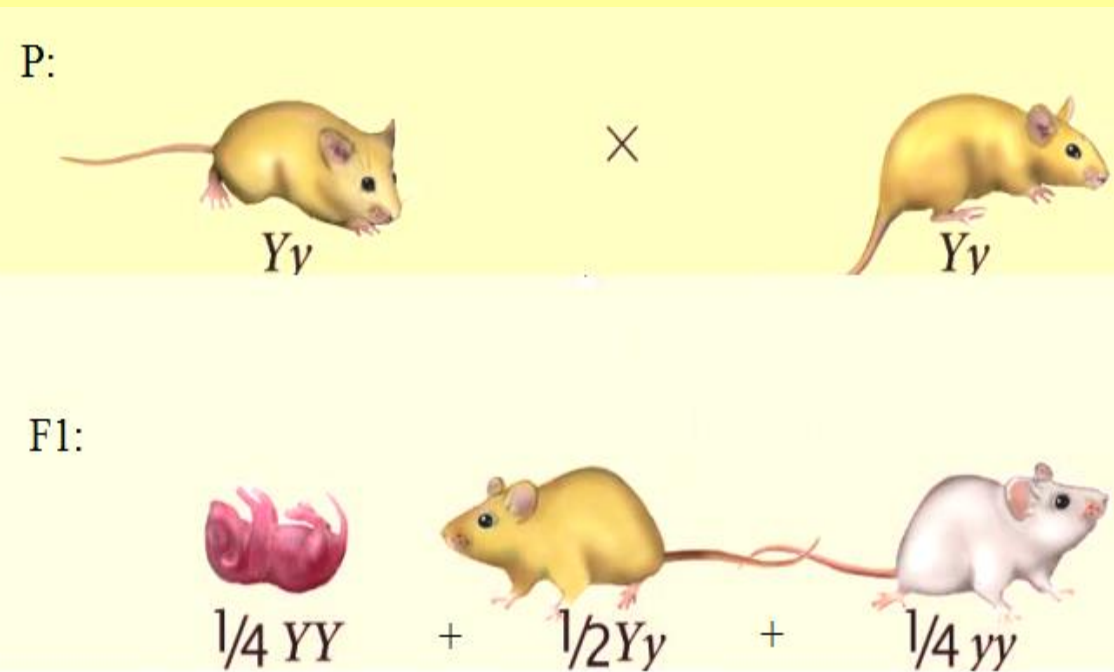
F2: $\frac{1}{4}$ **AA** + $\frac{1}{2}$ **Aa** + $\frac{1}{4}$ **aa**

Расщепление по фенотипу – 2:1

Расщепление по
генотипу: 2:1
Расщепление по
фенотипу: 2:1



Доминирование с летальным исходом



1	:	2	:	1
		2	:	1

— взаимодействие, когда носители летальных аллелей погибают из-за нарушений развития или заболеваний, связанных с работой данного гена

Расщепление по генотипу: 2:1
Расщепление по фенотипу: 2:1



Сверхдоминирование

P



AA x aa



F1



100%Aa

– более сильное проявление признака у гетерозиготной особи, чем у любой из гомозигот (у доминантного аллеля А в гетерозиготном состоянии Аа отмечается более сильное, чем в гомозиготном состоянии).

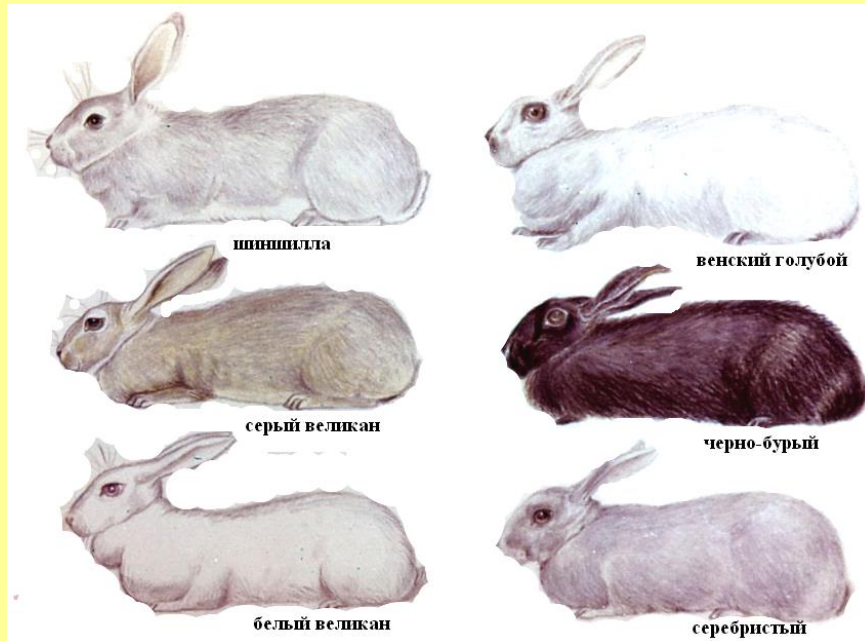
Выражается формулой:

$AA < Aa > aa$.

Расщепление по
генотипу: 1:2:1

Расщепление по
фенотипу: 1:2:1

Множественный аллелизм



– существование в популяции более двух аллелей данного гена. Возникают они в результате разных мутаций одного локуса.

Пример. Окраска шерсти у кроликов определяется четырьмя аллельными генами: A , a^{ch} , a^h , a .

A – ген, определяющий черную окраску (дикий тип);

a^{ch} — ген шиншилловой окраски;

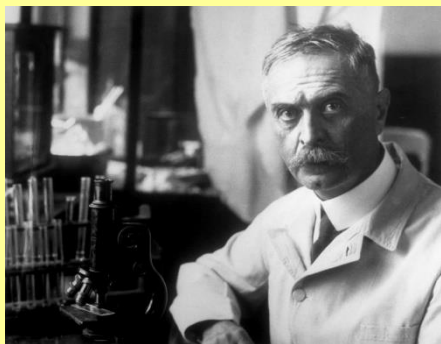
a^h — ген гималайской окраски;

a – ген белой окраски.

Характер их взаимодействия: $A > a^{ch} > a^h > a$.



Множественный аллелизм



Пример множественного аллелизма у человека – наследование групп крови АВО, открытая К. Ландштейнером (1868–1943)

ABO Blood Group System				
Group	A	B	AB	O
Red Blood Cell Type				
Antigens Present	 Antigen A	 Antigen B	 Antigen A & B	None
Antibodies Present	 Anti-B	 Anti-A	None	 Anti-A & Anti-B

Группа крови	Генотип
I (O)	$I^O I^O$
II (A)	$I^A I^A, I^A I^O$
III (B)	$I^B I^B, I^B I^O$
IV (AB)	$I^A I^B$

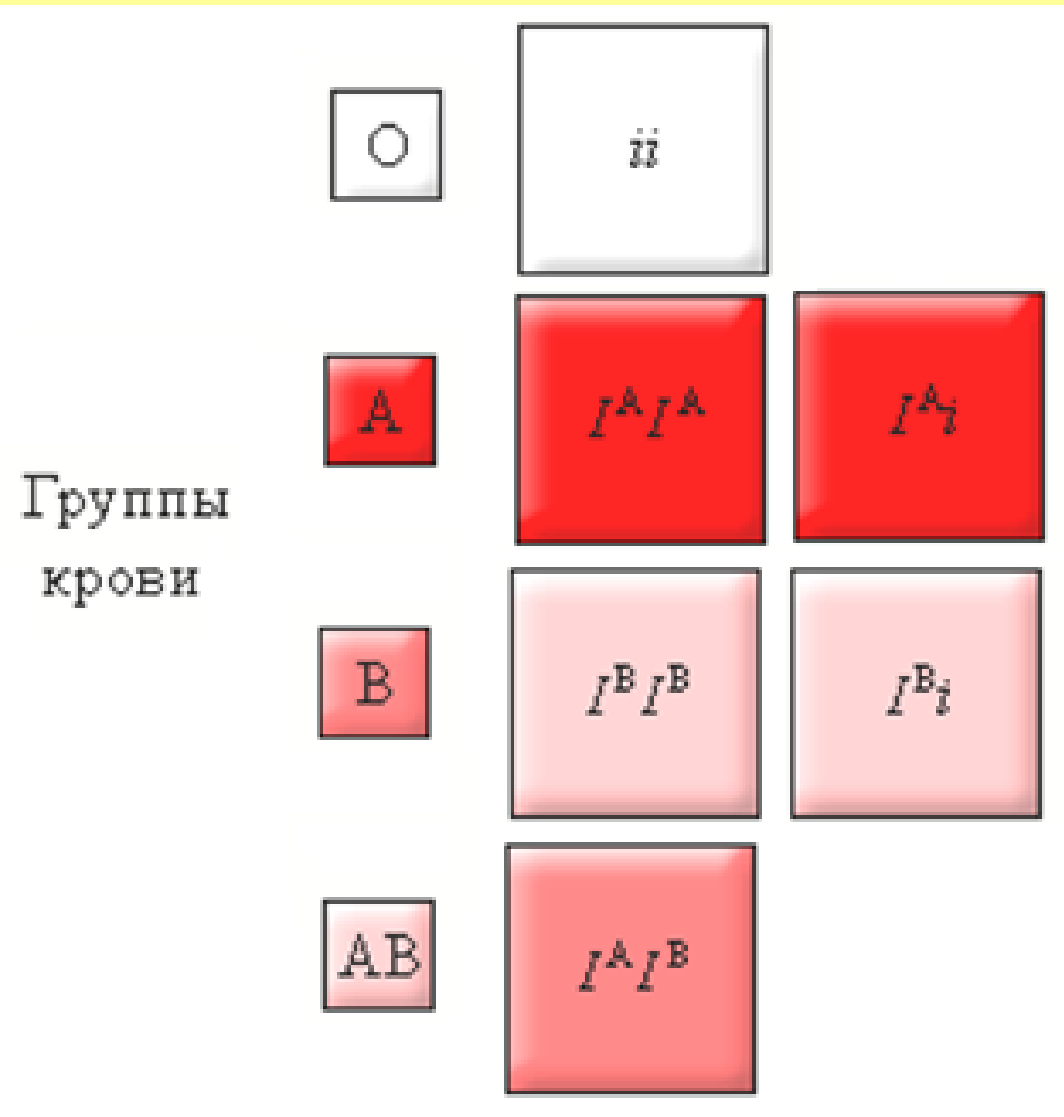


Группы крови

	A (II)	B (III)	AB (IV)	O (I)
Антигены эритроцитов				
Антитела плазмы крови				



Кодоминирование

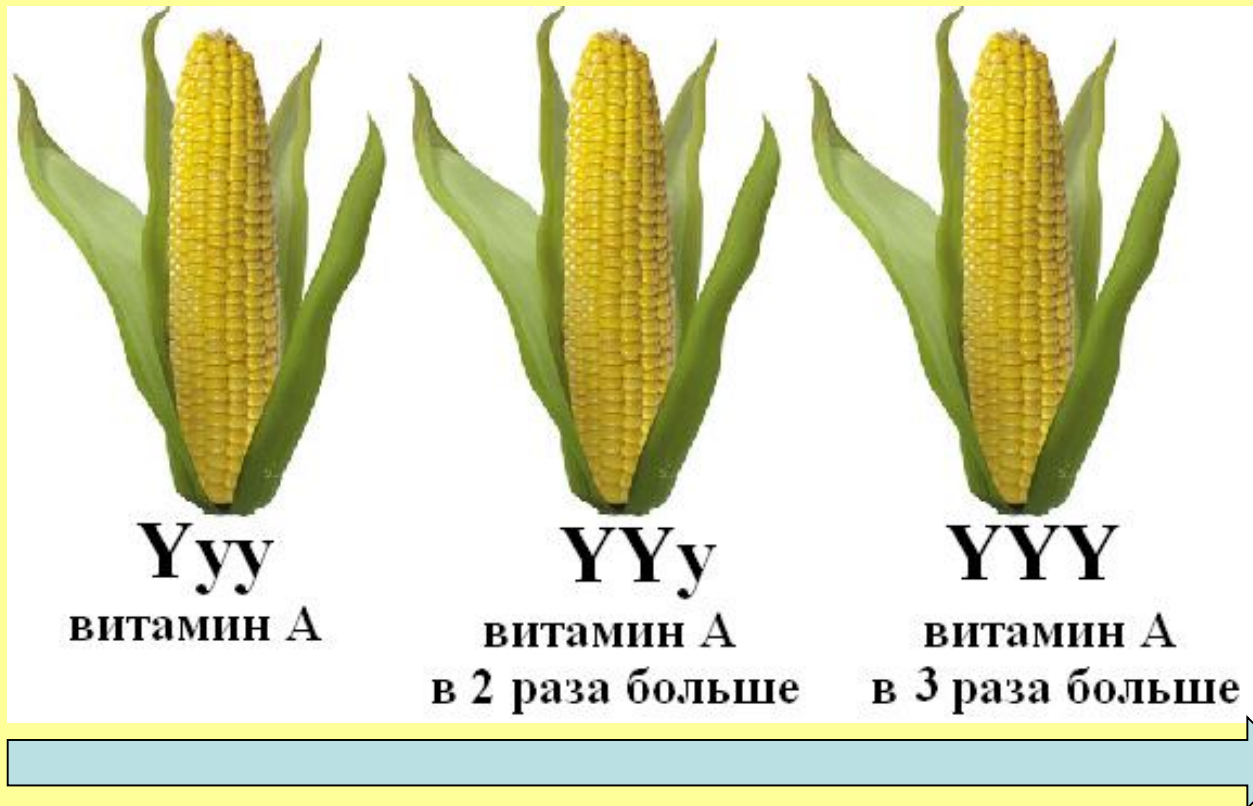


—проявление у гибридов нового признака, обусловленного взаимодействием двух доминантных аллелей одного гена.



Градуальное действие гена

–взаимодействие, при котором, чем больше доминантных аллелей, тем признак выражен ярче (пример: эндосперм семени кукурузы – $3n$).





Плейотропия

Это явление одновременного влияния одного гена на несколько признаков.

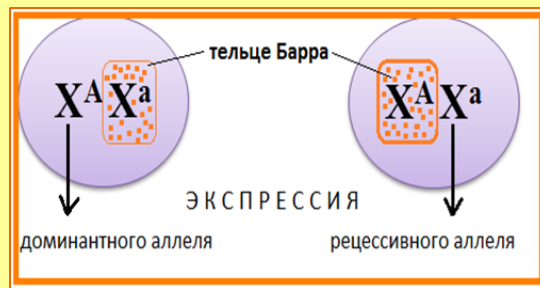
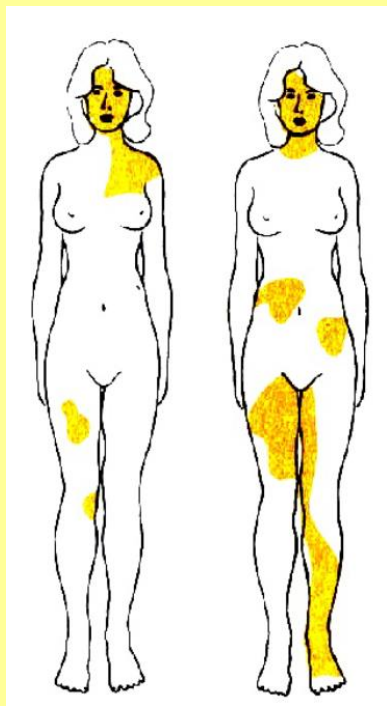
Пример:

- 1) у овса окраска чешуи и длина ости контролируется одним геном.
- 2) у человека ген, определяющий рыжую окраску волос, одновременно обуславливает более светлую окраску кожи и появление веснушек.





Аллельное исключение



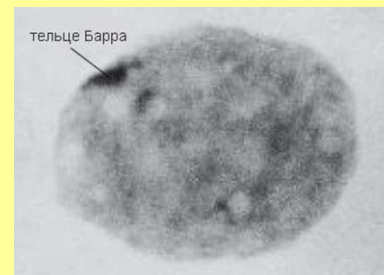
- вид взаимодействия аллельных генов, при котором в разных клетках одного и того же организма фенотипически проявляются разные аллели. В результате возникает мозаицизм.

X^A — наличие потовых желез,

X^a — отсутствие потовых желез

X^AX^A - нормальные потовые железы

X^AX^a - мозаичность распределения потовых желез в коже в результате инактивации одной из X-хромосом

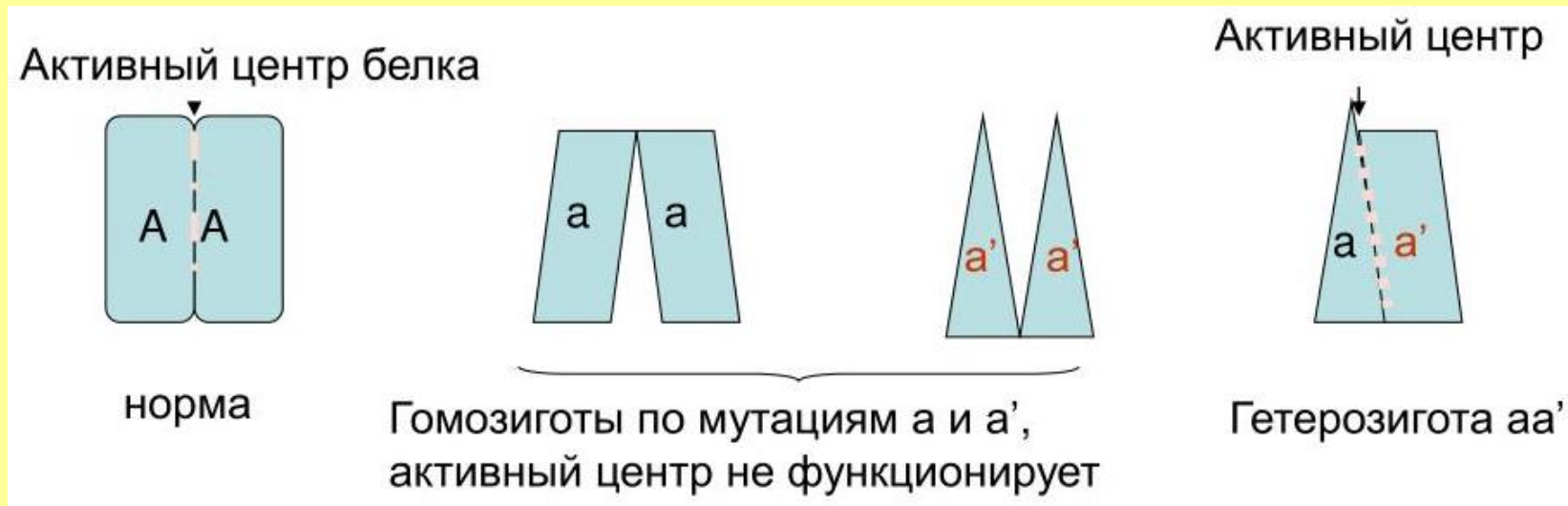


Пример: в одних клетках будет функционировать X-хромосома, полученная от матери и несущая один аллельный ген (A), а в других клетках - хромосома, полученная от отца и содержащая другой аллельный ген (a).



Межаллельная комплементация

— вид взаимодействия аллельных генов, при котором возможно формирование нормального признака у организма, гетерозиготного по двум мутантным аллелям этого гена.



Пример: наблюдается у генов, кодирующих белки с четвертичной структурой, т.е. состоящие из нескольких субъединиц, и определяется их пространственной конфигурацией.



Неаллельное взаимодействие

Комплементарность

Эпистаз

Полимерия



Комплементарность

P1:



x



AAbb

aaBB

F1: 100%



AaBb

P2:



x



AaBb

AaBb

F2: $(3/4A + 1/4a)(3/4B + 1/4b) = 9/16AB + 3/16Ab + 3/16aB + 1/16ab$



9/16 AB



3/16 Ab



3/16 aB



1/16 ab

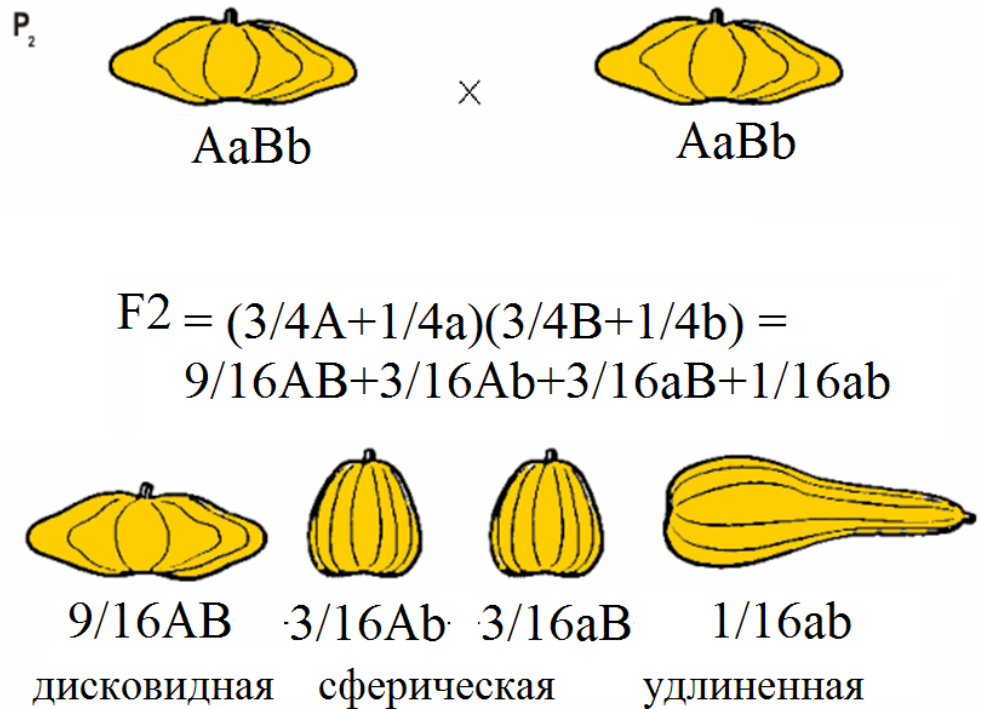
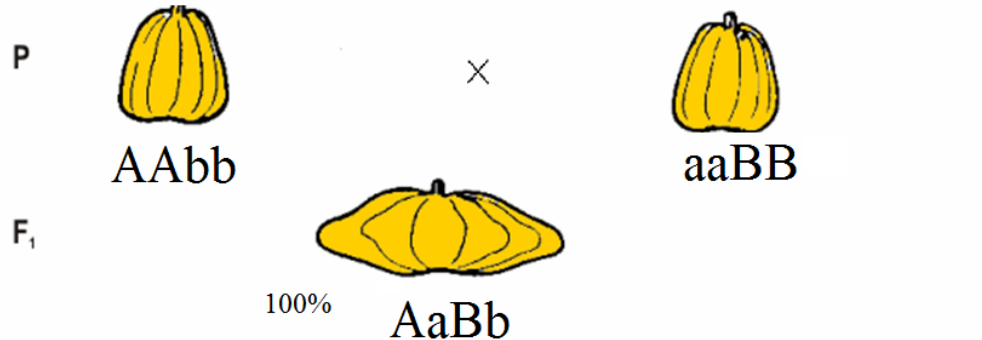
— взаимодействие, когда доминантные и рецессивные аллели генов не имеют самостоятельного фенотипического проявления, а присутствие в зиготе двух доминантных аллелей обуславливает новое состояние признака.

Расщепление по фенотипу:
9:7



Комплементарность

— взаимодействие, когда доминантные не имеют самостоятельного фенотипического проявления, а присутствие в зиготе двух доминантных аллелей обуславливает новое состояние признака.



Расщепление по фенотипу:
9:6:1



Эпистаз

— взаимодействие генов, при котором аллели одного гена подавляют действие аллелей другого гена

Ген, подавляющий действие других генов, - **эпистатический ген** или **супрессор**.

Подавляемый ген - **гипостатический ген**.

Расщепление по фенотипу:

12:3:1	}	доминантный эпистаз
13:3		
9:4:3		— рецессивный эпистаз



Доминантный эпистаз

P1



x



AAbb

aaBB

F1

100% AaBb



P2



x



AaBb

AaBb

$F2 = (3/4 A + 1/4 a) \times (3/4 B + 1/4 b) = 9/16 AB + 3/16 Ab + 3/16 aB + 1/16 ab$



9/16 AB



3/16 Ab



3/16 aB



1/16 ab

— взаимодействие, когда доминантный аллель одного гена подавляет действие аллелей другого гена

Расщепление по фенотипу:

12:3:1

13:3

A – аллель супрессор



Рецессивный эпистаз (криптомерия)

P1



x



AAbb

aaBB

F1

100% AaBb



P2



x



AaBb

AaBb

$$F2 = (3/4 A + 1/4 a) \times (3/4 B + 1/4 b) = 9/16 AB + 3/16 Ab + 3/16 aB + 1/16 ab$$



9/16 AB



3/16 Ab



3/16 aB



1/16 ab

— взаимодействие, когда рецессивный аллель одного гена подавляет действие аллелей другого гена

Расщепление по фенотипу:

9:3:4

a — аллель супрессор



Полимерия

— взаимодействие генов, при котором несколько неаллельных генов, обладающих однозначным действием, отвечают за наследование одного и того же признака.

Такие гены называются **полигенами, полимерными, или множественными генами.**

Полимерные гены обозначаются одинаковыми буквами с нижним индексом A_1, A_2, A_3

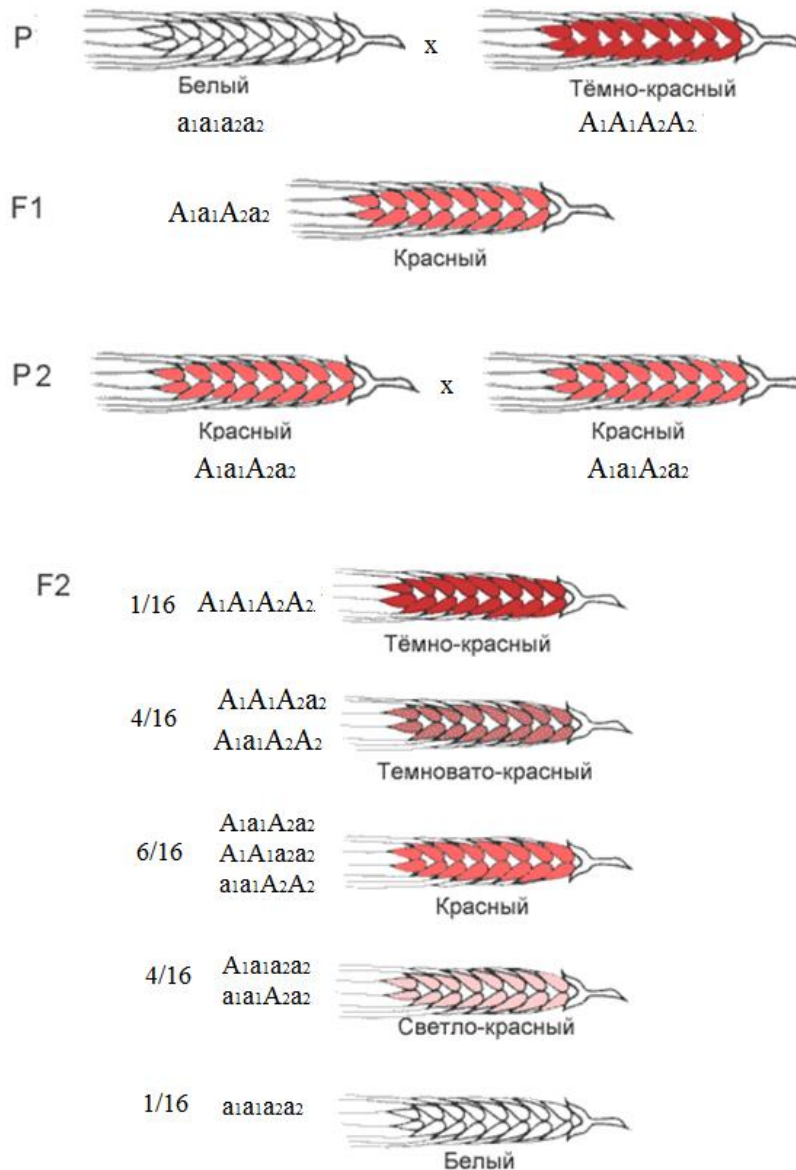
Расщепление по фенотипу (при дигибридном скрещивании):

1:4:6:4:1 — куммулятивная полимерия

15:1 — некумулятивная полимерия



Куммулятивная полимерия



— взаимодействие, когда степень выраженности признака **зависит** от числа доминантных аллелей генов

Расщепление по фенотипу:
1:4:6:4:1



Куммулятивная полимерия

P



$A_1 A_1 A_2 A_2 A_3 A_3 A_4 A_4 A_5 A_5 A_6 A_6$

X



$a_1 a_1 a_2 a_2 a_3 a_3 a_4 a_4 a_5 a_5 a_6 a_6$

F1



$A_1 a_1 A_2 a_2 A_3 a_3 A_4 a_4 A_5 a_5 A_6 a_6$

По типу
кумулятивной
полимерии у человека
наследуются
-масса тела,
-рост,
-пигментация кожи,
-величина
артериального
давления



Некумулятивная полимерия

P



x



A1a1A2a2

A1a1A2a2

F1 = 9/16A1A2+3/16A1a2+3/16a1A2+1/16a1a2



9/16A1A2



3/16A1a2



3/16a1A2



1/16a1a2

—
взаимодействие,
когда степень
выраженности
признака **не**
зависит от числа
доминантных
аллелей генов

Расщепление по
фенотипу:
15:1



Спасибо за внимание!